

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-92878

(43)公開日 平成9年(1997)4月4日

(51) Int.Cl.⁶
H 01 L 33/00
21/306

識別記号 庁内整理番号

F I
H 01 L 33/00
21/306

技術表示箇所
A
A

審査請求 未請求 請求項の数17 FD (全7頁)

(21)出願番号 特願平7-270484

(22)出願日 平成7年(1995)9月25日

(71)出願人 000190149

信越半導体株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目4番2号

(72)発明者 山田 雅人

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半導体株式会社磯部工場内

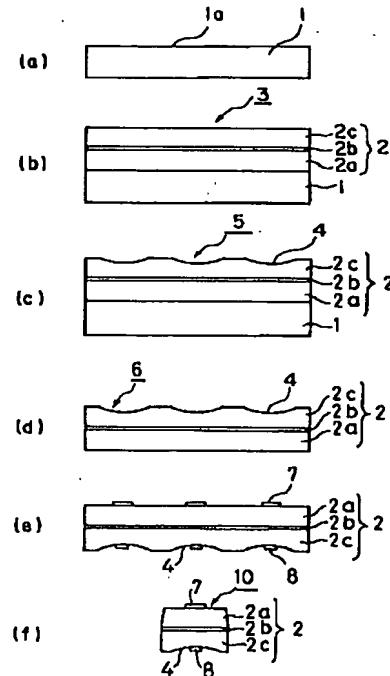
(74)代理人 弁理士 館野 公一

(54)【発明の名称】 半導体発光素子及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 発光した光の外部取り出し効率の高い半導体発光素子、及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 p型GaAs基板1上に、AlGaAsダブルヘテロ接合構造層2を堆積して積層体3とする。n型AlGaAsクラッド層2cの表面に、フォトリソグラフィーとエッティングにより略球面形状の凹部4を複数形成し積層体5とする。積層体5をアンモニア・過酸化水素水溶液に浸漬して、基板1を溶解除去することにより複合エピタキシャル層体6とする。複合エピタキシャル層体6の両面にそれぞれ電極7及び8を形成した後、ダイシングにより分割して半導体発光素子ペレット10を得る。このペレット10を用いて半導体発光素子を作製する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体発光素子ペレットの下面（支持体固定面）を単数または複数の略球面形状の凹部を有する面にしたことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項2】 前記半導体発光素子ペレットの上面（支持体固定面の反対面）を全反射低減形状面にしたこととする特徴とする請求項1に記載の半導体発光素子。

【請求項3】 前記全反射低減形状面は単数または複数の略球面形状の凸部を有する面であることを特徴とする請求項2に記載の半導体発光素子。

【請求項4】 前記全反射低減形状面は微細な凹凸を有する面であることを特徴とする請求項2に記載の半導体発光素子。

【請求項5】 前記半導体発光素子ペレットの側面を微細な凹凸を有する面にしたことを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の半導体発光素子。

【請求項6】 前記半導体発光素子ペレットを構成する複合エピタキシャル層体の結晶材料はAlGaAsであることを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか1項に記載の半導体発光素子。

【請求項7】 前記複合エピタキシャル層体は、p型AlGaAsクラッド層、AlGaAs活性層及びn型AlGaAsクラッド層で構成されるAlGaAsダブルヘテロ接合構造層を含むことを特徴とする請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の半導体発光素子。

【請求項8】 化合物半導体基板上に半導体発光素子を構成する複合エピタキシャル層を、液相エピタキシャル成長法により堆積して前記基板と前記複合エピタキシャル層との積層体を形成する工程と、前記積層体から前記基板を選択的にエッチング除去して複合エピタキシャル層体とする工程と、前記複合エピタキシャル層体の一方の面に略球面形状の凹部を複数形成する工程と、前記略球面形状の凹部を形成した複合エピタキシャル層体をペレット化して半導体発光素子ペレットとなす工程とを含むことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項9】 前記複合エピタキシャル層体の他方の面（略球面形状の凹部を形成していない方の面）を、薬液で処理して微細な凹凸を有する面にする工程を含むことを特徴とする請求項8に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項10】 前記複合エピタキシャル層体の側面を、薬液で処理して微細な凹凸を有する面にする工程を含むことを特徴とする請求項8または請求項9に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項11】 前記化合物半導体基板の結晶材料はGaAsであり、前記複合エピタキシャル層の結晶材料はAlGaAsであることを特徴とする請求項8ないし請求項10のいずれか1項に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項12】 前記複合エピタキシャル層は、p型Al

1GaAsクラッド層、AlGaAs活性層及びn型AlGaAsクラッド層で構成されるAlGaAsダブルヘテロ接合構造層を含むことを特徴とする請求項8ないし請求項11のいずれか1項に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項13】 化合物半導体基板表面に所定形状の凹部を複数形成する工程と、該化合物半導体基板の前記凹部形成面上に、半導体発光素子を構成する複合エピタキシャル層を、液相エピタキシャル成長法により堆積して前記基板と前記複合エピタキシャル層との積層体を形成する工程と、前記複合エピタキシャル層の最上層側に略球面形状の凹部を複数形成する工程と、前記積層体から前記基板を選択的にエッチング除去して、前記複合エピタキシャル層の前記基板除去面に前記基板に形成した凹部に対応する凸部を形成した複合エピタキシャル層体とする工程と、前記複合エピタキシャル層体をペレット化して半導体発光素子ペレットとなす工程とを含むことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項14】 前記化合物半導体基板表面に形成された前記凹部の形状は、略球面凹形状であることを特徴とする請求項13に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項15】 前記複合エピタキシャル層体の側面を、薬液で処理して微細な凹凸を有する面にする工程を含むことを特徴とする請求項13または請求項14に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項16】 前記化合物半導体基板の結晶材料はGaAsであり、前記複合エピタキシャル層の結晶材料はAlGaAsであることを特徴とする請求項13ないし請求項15のいずれか1項に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項17】 前記複合エピタキシャル層は、p型AlGaAsクラッド層、AlGaAs活性層及びn型AlGaAsクラッド層で構成されるAlGaAsダブルヘテロ接合構造層を含むことを特徴とする請求項13ないし請求項16のいずれか1項に記載の半導体発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体発光素子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来一般的に採用されている半導体発光素子の製造方法について、AlGaAs発光素子を例にして説明する。図14(a)～(f)は、上記半導体発光素子の製造方法の一例を工程順に示す断面図である。p型GaAs基板51(図14(a))の鏡面研磨面51a上に、発光素子を構成する複合エピタキシャル層52、すなわちp型AlGaAsクラッド層52a(厚さ約70μm)、p型AlGaAs活性層52b(厚さ約1μm)及びn型AlGaAsクラッド層52c(厚さ

3

約 $130\mu\text{m}$ により構成されるAlGaAsダブルヘテロ接合構造層52を、液相エピタキシャル成長法により堆積して積層体53を得る【図14(b)】。

【0003】この積層体53から基板51を適宜の方法で除去することにより、片面が鏡面研磨面51aに対応して平坦な鏡面54となった複合エピタキシャル層体55が得られる【図14(c)】。この複合エピタキシャル層体55の両面に、常法によりそれぞれ電極56及び57を形成した後【図14(d)】、ダイシングにより分割して、半導体発光素子ペレット60, 60, …を得る【図14(e)】。

【0004】上記製造方法で得られた半導体発光素子ペレット60を、導電性接着剤(例えは銀ペースト)61で支持体(フレーム)62に接着し、ワイヤボンディング後、エポシ樹脂等の封止材料63でモールドして半導体発光素子65を得る【図14(f)】。

【0005】半導体発光素子の輝度(外部出力)が、一般的に内部発光効率と、発光した光の外部取り出し効率とによって決まることはよく知られている。内部発光効率が主に発光素子を形成している結晶材料の品質に依存し、外部取り出し効率が発光素子ペレットの構造・形状に大きく左右されることも知られている。

【0006】発光素子(発光素子ペレット)を形成している化合物半導体結晶の屈折率は3以上と非常に大きいため、発光した光を外部に取り出す際、化合物半導体結晶の表面に臨界角(エポシ樹脂モールドの場合、20度)以上に傾いて入射する光は全反射してしまい、外部に取り出すことができない。このように、化合物半導体結晶の屈折率が大きいことは、外部取り出し効率低下の大きな原因となっている。それ故、図14(e)に示したような形状の発光素子ペレットでは、発光した光が発光素子ペレット表面で全反射する割合が大きく、発光した光を効率良く外部に取り出すことができない。

【0007】そこで、外部取り出し効率を向上させる技術として、発光素子ペレットの上部の形状を球面凸形状に形成したものや、発光素子ペレットの上面及び/又は側面を微細な凹凸を有する面にしてマイクロレンズ化したものなど、前記全反射する割合を低減させるための種々の技術が提案・採用されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記した外部取り出し効率を向上させる技術により、発光素子を構成する化合物半導体結晶表面での、発光した光の全反射する割合が低減し、前記結晶表面に入射した光は効率良く外部に取り出すことができるようになった。しかし、発光素子を構成する発光層(図14の発光素子の場合、p型AlGaAs活性層52b)は発光した光の吸収層ともなるため、発光した光のうち発光素子の下方に向かう光は、発光素子の下面(発光素子ペレットを接着している導電性接着剤層)で反射して上方に向かう反射光となるが、こ

の反射光のうち前記吸収層ともなる発光層に入射した光の殆どは、この発光層で内部吸収されてしまい(前記結晶表面に到達できない)、発光した光を効率良く外部に取り出すことができないという問題があった。

【0009】本発明は上記した問題に鑑みてなされたもので、その目的は、発光した光の内部吸収を低減させて、外部取り出し効率を更に高めた半導体発光素子及びその製造方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係る発光素子は、半導体発光素子ペレットの下面(支持体接着面)を単数または複数の略球面形状の凹部を有する面にしたことを特徴とする。また、上記発光素子において、発光素子ペレットの上面(支持体接着面の反対面)及び/又は側面を全反射低減形状面にすることにより、更に外部取り出し効率が向上する。

【0011】前記全反射低減形状面の具体例としては、上面については単数または複数の略球面形状の凸部を有する面、微細な凹凸を有する面が、また側面については微細な凹凸を有する面が挙げられる。前記半導体発光素子ペレットを構成する複合エピタキシャル層体の結晶材料の具体例としてAlGaAsが挙げられ、また前記複合エピタキシャル層体の具体例としては、p型AlGaAsクラッド層、AlGaAs活性層及びn型AlGaAsクラッド層で構成されるAlGaAsダブルヘテロ接合構造層を含むものが挙げられる。

【0012】本発明に係る第1の発光素子の製造方法は、化合物半導体基板上に半導体発光素子を構成する複合エピタキシャル層を、液相エピタキシャル成長法により堆積して前記基板と前記複合エピタキシャル層との積層体を形成する工程と、前記積層体から前記基板を選択的にエッティング除去して複合エピタキシャル層体とする工程と、前記複合エピタキシャル層体の一方の面に略球面形状の凹部を複数形成する工程と、前記略球面形状の凹部を形成した複合エピタキシャル層体をペレット化して半導体発光素子ペレットとする工程とを含むことを特徴とする。

【0013】前記半導体発光素子ペレットを構成する複合エピタキシャル層体の他方の面(略球面形状の凹部を形成しない面)及び/又は側面を薬液で処理して微細な凹凸を有する面にする工程を、上記した第1の製造方法に加えることが好ましい。こうすることによって、前記他方の面及び/又は側面を全反射低減形状面にすることができる。

【0014】本発明に係る第2の発光素子の製造方法は、化合物半導体基板表面に所定形状の凹部を複数形成する工程と、該化合物半導体基板の前記凹部形成面上に、半導体素子を構成する複合エピタキシャル層を、液相エピタキシャル成長法により堆積して前記基板と前記複合エピタキシャル層との積層体を形成する工程と、前

10

20

30

40

50

記複合エピタキシャル層の最上層側に略球面形状の凹部を複数形成する工程と、前記積層体から前記基板を選択的にエッチング除去して、前記複合エピタキシャル層の前記基板除去面に前記基板に形成した凹部に対応する凸部を形成した複合エピタキシャル層体とする工程と、前記複合エピタキシャル層体をペレット化して半導体発光素子ペレットとする工程とを含むことを特徴とする。

【0015】前記化合物半導体基板の表面に形成される凹部形状の具体例としては略球面凹形状が挙げられる。また、上記した第2の製造方法では、前記半導体素発光素子ペレットを構成する複合エピタキシャル層体の側面を薬液で処理して微細な凹凸を有する面にする工程を含むものがより好ましい。

【0016】本発明に係る第1、第2の発光素子の製造方法において、化合物半導体基板の結晶材料の具体例としてGaAsが、前記複合エピタキシャル層の結晶材料としてAlGaAsそれぞれが挙げられる。また、前記複合エピタキシャル層の具体例としては、p型AlGaAsクラッド層、AlGaAs活性層及びn型AlGaAsクラッド層により構成されるAlGaAsダブルヘテロ接合構造層を含むものが挙げられる。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明に係る半導体発光素子及びその製造方法の実施の形態を、図面を参照して説明する。

実施の形態1

図1 (f) は、半導体発光素子に用いる半導体発光素子ペレットの断面図であり、図1 (a) ~ (f) は、その製造方法を工程順に示す断面図である。

【0018】p型GaAs基板1の鏡面研磨面1a [図1 (a)] 上に発光素子を構成する複合エピタキシャル層2、すなわちp型AlGaAsクラッド層2a (厚さ約70μm)、p型AlGaAs活性層2b (厚さ約1μm)及びn型AlGaAsクラッド層2c (厚さ約130μm)により構成されるAlGaAsダブルヘテロ接合構造層2を、液相エピタキシャル成長法により堆積して積層体3を得る [図1 (b)]。前記複合エピタキシャル層のn型AlGaAsクラッド層2cの表面に、常法のフォトリソグラフィーとプロム・メタノール溶液を用いるエッチングにより略球面形状の凹部4を複数形成し、積層体5を得る [図1 (c)]。

【0019】次に、前記積層体5をアンモニア・過酸化水素水溶液に浸漬して、基板1を選択的に溶解除去することにより、図1 (d) に示すような、前記略球面形状の凹部4がn型AlGaAsクラッド層2cの表面に複数形成された複合エピタキシャル層体6が得られる。この複合エピタキシャル層体6のp型AlGaAsクラッド層2a上及びn型AlGaAsクラッド層2c上に、常法によりそれぞれp側電極7及びn側電極8を形成した後 [図1 (e)]、ダイシングにより分割して半導体

発光素子ペレット10, 10, …を得る [図1

(f)]。図1 (e) に示す半導体発光素子ペレット10は、ペレット10の下面に単数の略球面形状の凹部を有しており、この凹部形成面が支持体固着面となる。

【0020】上記製造方法の変化例により得られる半導体発光素子ペレットとして、例えば図2~図4に示すものがある。図2に示す半導体発光素子ペレット70は、その下面に複数の略球面形状の凹部を形成したものがあり、図3に示す半導体発光素子ペレット71及び図4に示す半導体発光素子ペレット72はそれぞれ前記ペレット10 (図1) 及び前記ペレット70 (図2) の上面、側面をフッ化水素酸に浸漬して該面を微細な凹凸を有する面9、すなわち全反射低減形状面にしたものである。

【0021】実施の形態2

図5 (g) は、半導体発光素子に用いる半導体発光素子ペレットの断面図であり、図5 (a) ~ (g) は、その製造方法を工程順に示す断面図である。p型GaAs基板11の鏡面研磨面11a [図5 (a)] に複数の略球面形状の凹部12を形成する [図5 (b)]。そのためには、鏡面研磨面11aを常法のフォトリソグラフィーとプロム・メタノール溶液を用いてエッチングする。図5 (c) に示すように、基板11の凹部形成面11a上に、複合エピタキシャル層13、すなわちp型AlGaAsクラッド層13a (厚さ約120μm)、p型AlGaAs活性層13b (厚さ約1μm)及びn型AlGaAsクラッド層 (厚さ約120μm)により構成されるAlGaAsダブルヘテロ接合構造層13を堆積して積層体14を得る。

【0022】複合エピタキシャル層13のn型AlGaAsクラッド層13cの表面に、常法のフォトリソグラフィー及びプロム・メタノール溶液を用いるエッチングにより、略球面形状の凹部15を複数形成し、積層体14aを得る [図5 (d)]。次に、前記積層体14aをアンモニア・過酸化水素水溶液に浸漬して、基板11を選択的に溶解除去することにより、図5 (e) に示すような、前記基板11に形成された略球面形状の凹部12に対応する形状の略球面形状の凸部16が前記基板除去面に複数形成された複合エピタキシャル層体17が得られる。この複合エピタキシャル層体17の両面に各々電極18, 19を形成した後 [図5 (f)]、ダイシングにより分割して半導体発光素子ペレット20, 20, …を得る [図5 (g)]。この半導体発光素子ペレット20は、ペレット20の上部及び下面に各々単数の略球面形状の凸部及び略球面形状の凹部を有しており、前記凹部を有する下面が支持体固着面となる。

【0023】実施の形態3

図6 (g) は、半導体発光素子に用いる半導体発光素子ペレットの断面図であり、図6 (a) ~ (g) は、その製造方法を工程順に示す断面図である。この実施の形態に係る製造方法では、図6 (b) に示す工程 [実施の形

態2の図5(b)に対応]において、p型GaAs基板31の鏡面研磨面31a[図6(a)]を常法のフォトリソグラフィーとプロム・メタノール溶液を用いてエッチングし、実施の形態2の場合より小さく且つ多数の略球面形状の凹部32[図6(b)]を形成したこと以外は、実施の形態2と同じである。図6(a)～(g)は、図2(a)～(g)に各々対応している。

【0024】従って、この実施の形態3に係る製造方法で製造された半導体発光素子ペレット40[図6(g)]ではその上面が、前記基板の略球面形状の凹部32に対応する複数の略球面形状の凸部を有する面であること以外は、実施の形態2による半導体発光素子ペレット20と同じ形状である。図6において、33は複合エピタキシャル層、33aはp型AlGaAsクラッド層、33bはp型AlGaAs活性層、33cはn型AlGaAsクラッド層、34及び34aは積層体、35は略球面形状の凹部、36は略球面形状の凸部、37は複合エピタキシャル層体、38及び39は電極、40は半導体発光素子ペレットである。

【0025】実施の形態1の場合と同様に、実施の形態2及び実施の形態3の製造方法の変化例により得られる半導体発光素子ペレットとして、例えば図7～図12に示す半導体発光素子ペレット73～78がある。

【0026】本発明に係る半導体発光素子によれば、半導体発光素子ペレットの下面(支持体固定面)を略球面形状の凹部を有する面にしたので、従来の半導体発光素子に比べ、発光した光をより効率的に外部に取り出すことができる。これを、図13を参照して具体的に説明する。図13は実施の形態1の製造方法で得られた半導体発光素子ペレット10を用いて作製された半導体発光素子の断面図(略式図)である。同図において、45は導電性固定剤(例えば銀ペースト)であり、46は支持体(略式図)である。

【0027】同図において矢印付きの実線L1は、本発明に係る半導体発光素子で発光した光のうち、図面下向きの光の光路を示している。矢印付きの破線L2は、半導体発光素子ペレットの下面が平坦面(同図において、一点鎖線Mで表示)になっている、従来の半導体発光素子で発光した光のうち、図面下向きの光の光路を示している。但しこれら場合、上記下向きの光の放射角θは同一とする。

【0028】半導体発光素子ペレットは、反射率の高い銀ペースト等の導電性固定剤層を介して支持体に固定されており、そのため前記ペレットの支持体固定面(下面)は反射鏡の役割を担う。

【0029】図13から分かるように、従来の半導体発光素子においては、発光素子の下面が平面鏡になっているので、下方に向いた光がこの平面鏡で反射して発光層(図13におけるp型AlGaAs活性層2b)に入射する割合が非常に大きい[L2]。この発光層は発光し

た光の吸収層ともなるため、前記発光層に入射した光の殆どは、この発光層で内部吸収されてしまい、発光した光を効率良く外部に取り出すことができない。

【0030】これに対し、本発明に係る半導体発光素子においては、発光素子の下面が凸面鏡になっているため、下方に向かう光(図13において、光の放射角θは従来例と同一)がこの凸面鏡で反射し、発光層に入射しないで発光素子の側面に入射する割合が大きくなる[L1]。この発光素子側面に入射した光を外部に取り出すことができるので、本発明に係る半導体発光素子では、従来のそれに比べて発光した光をより効率的に外部に取り出すことができる。

【0031】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明の半導体発光素子によれば、発光層から下面に向かう(支持体固定面に向かう)発光光も効率良く外部に取り出すことができるので、発光した光の外部取り出し効率が高くなり、ひいては半導体発光素子の輝度(外部出力)を極めて高くすることができる。また、本発明に係る製造方法によれば、上記半導体発光素子を的確、かつ歩留り良く製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係る半導体発光素子ペレットの断面図、及びその製造方法を工程順に示す断面図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係る製造方法の変化例により得られる半導体素子ペレットの断面図である。

【図3】本発明の実施の形態1に係る製造方法の変化例により得られる半導体素子ペレットの断面図である。

【図4】本発明の実施の形態1に係る製造方法の変化例により得られる半導体素子ペレットの断面図である。

【図5】本発明の実施の形態2に係る半導体発光素子ペレットの断面図、及びその製造方法を工程順に示す断面図である。

【図6】本発明の実施の形態3に係る半導体発光素子ペレットの断面図、及びその製造方法を工程順に示す断面図である。

【図7】本発明の実施の形態2に係る製造方法の変化例により得られる半導体素子の断面図である。

【図8】本発明の実施の形態2に係る製造方法の変化例により得られる半導体素子の断面図である。

【図9】本発明の実施の形態2に係る製造方法の変化例により得られる半導体素子の断面図である。

【図10】本発明の実施の形態3に係る製造方法の変化例により得られる半導体素子の断面図である。

【図11】本発明の実施の形態3に係る製造方法の変化例により得られる半導体素子の断面図である。

【図12】本発明の実施の形態3に係る製造方法の変化例により得られる半導体素子の断面図である。

【図13】本発明に係る半導体発光素子、及び従来の半

導体発光素子について、発光した光の光路を比較して示す断面図である。

【図14】従来の半導体発光素子の一例を示す断面図、及びその製造方法の一例を工程順に示す断面図である。

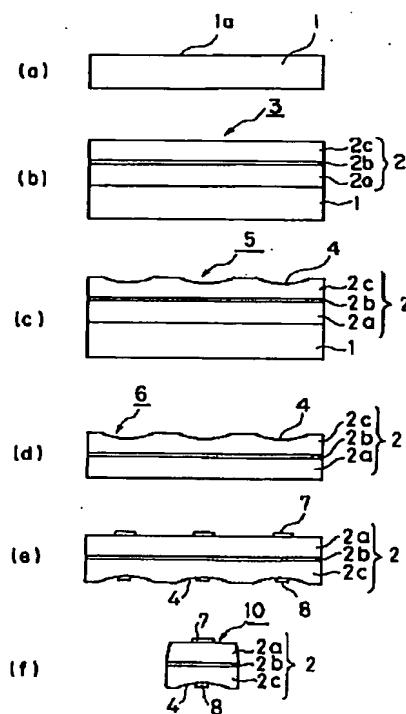
【符号の説明】

- 1, 11, 31, 51 p型GaAs基板
- 1a, 11a, 31a, 51a 鏡面研磨面
- 2, 13, 33, 52 複合エピタキシャル層
- 2a, 13a, 33a, 52a p型AlGaAsクラッド層
- 2b, 13b, 33b, 52b p型AlGaAs活性層
- 2c, 13c, 33c, 52c n型AlGaAsクラッド層
- 3, 5, 14, 14a, 34, 34a, 53 積層体
- 4, 15, 35 略球面形状の凹部（複合エピタキシャル層）

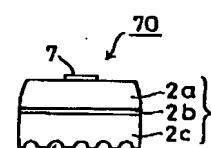
ル層）

- 6, 17, 37, 55 複合エピタキシャル層体
- 7, 8, 18, 19, 38, 39, 56, 57 電極
- 9 微細な凹凸を有する面
- 10, 20, 40, 60, 70, 71, 72 半導体発光素子ペレット
- 73, 74, 75, 76, 77, 78 半導体発光素子ペレット
- 12, 32 略球面形状の凹部（基板）
- 16, 36 略球面形状の凹部（複合エピタキシャル層体）
- 45, 61 導電性接着剤
- 46, 62 支持体（フレーム）
- 63 封止材料
- 65 半導体発光素子

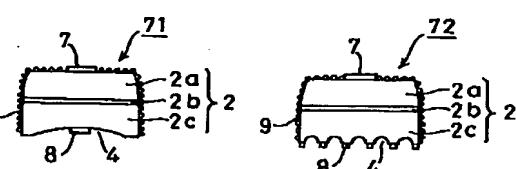
【図1】



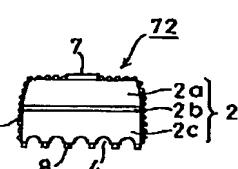
【図2】



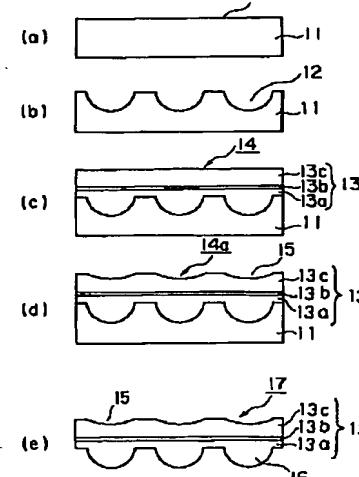
【図3】



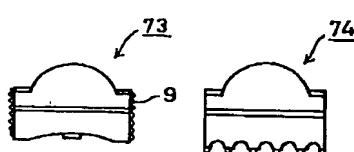
【図4】



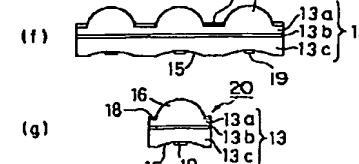
【図5】



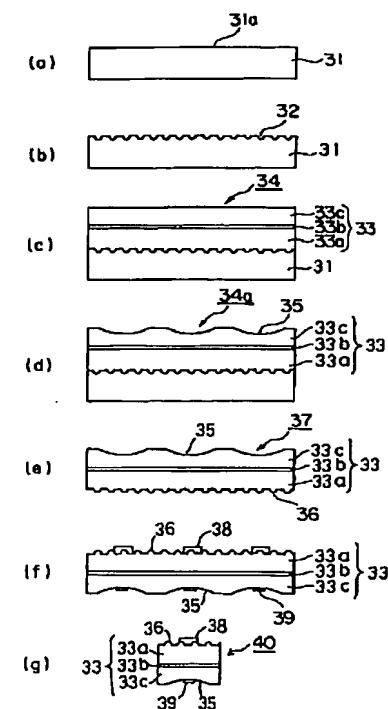
【図7】



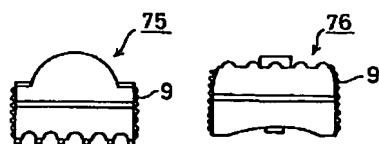
【図8】



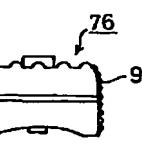
【図6】



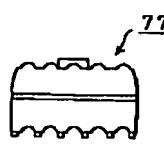
【図9】



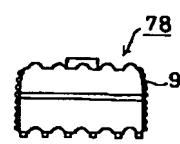
【図10】



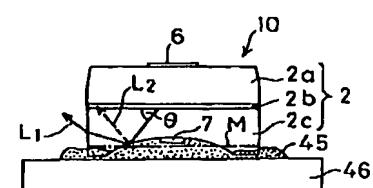
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

